

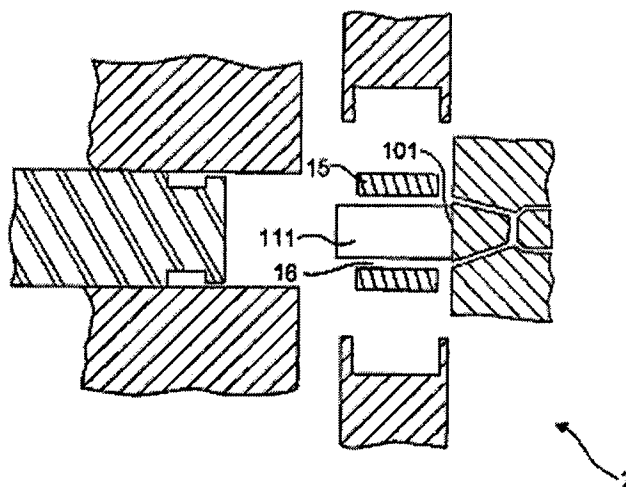
Plastic passivated electrical component, e.g. a piezo-actuator for a diesel fuel injection valve, is produced by filling the gap between a hollow body and the inserted component with a crosslinkable plastic

Patent number: DE19910111
Publication date: 2000-10-05
Inventor: SCHUH CARSTEN (DE); HEKELE WILHELM (DE);
OSWALD MARTIN (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE); LEDERER GMBH (DE)
Classification:
- international: **H01L41/053; H01L41/083; H02N2/04; H01L41/00;
H01L41/083; H02N2/02;** (IPC1-7): H01L41/053;
H01G2/10; H01L23/28; H02N2/12
- european: H01L41/053; H01L41/083
Application number: DE19991010111 19990308
Priority number(s): DE19991010111 19990308

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19910111

Plastic passivated electrical component is produced by filling the gap (16) between a hollow body (15) and the inserted component (111) with a crosslinkable plastic. An Independent claim is also included for equipment for carrying out the above process. Preferred Features: The plastic filling operation is carried out by injection molding.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 10 111 A 1

51 Int. Cl.⁷:
H 01 L 41/053
H 01 G 2/10
H 01 L 23/28
H 02 N 2/12

21 Aktenzeichen: 199 10 111.6
22 Anmeldetag: 8. 3. 1999
43 Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 10 111 A 1

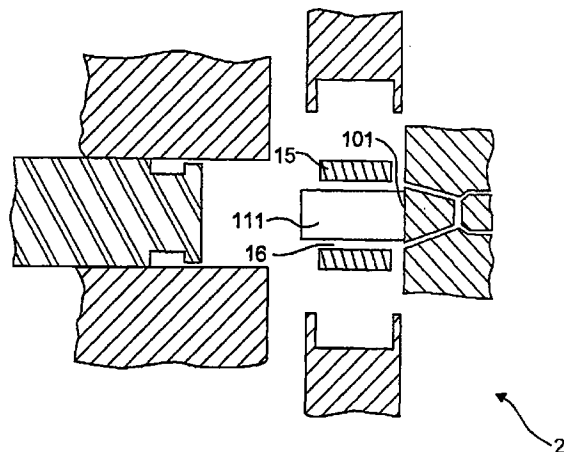
71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE; Lederer GmbH,
74613 Öhringen, DE
74 Vertreter:
Zedlitz, P., Dipl.-Inf.Univ., Pat.-Anw., 80331
München

72 Erfinder:
Schuh, Carsten, Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., 85598
Baldham, DE; Hekele, Wilhelm, Dipl.-Ing. (FH),
83125 Eggstätt, DE; Oswald, Martin, 74523
Schwäbisch Hall, DE
56 Entgegenhaltungen:
DE 197 15 487 A1
WO 92 06 532 A1
HOLLERMANN, A.F., WILBERG, E.: Lehrbuch der
anorganischen Chemie, Verlag Walter de Gruyter,
Berlin 1955, S. 241;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 Verfahren zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils mit einer kunststoffpassivierten Oberfläche und Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens
- 57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kunststoffpassivierung einer Oberfläche (14) eines elektrotechnischen Bauteils (111), beispielsweise eines Piezoaktors. Zur Passivierung mit einem Silikonelastomer (17) wird eine Vorrichtung (2) verwendet, die ein Vorspannen des Piezoaktors ermöglicht. Zudem ermöglicht die Vorrichtung eine Zentrierung des Piezoaktors in einem Hohlkörper (15). Der Hohlkörper kann nach dem Passivieren ein Bestandteil einer Umhüllung des Piezoaktors sein. Der Piezoaktor wird zur Ansteuerung eines Einspritzventils (50), insbesondere eines Einspritzventils einer Brennkraftmaschine, verwendet.



DE 199 10 111 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils, das eine mit einem Kunststoff passivierte Oberfläche aufweist. Ein derartiges Verfahren ist aus WO 92/06532 bekannt. Neben dem Verfahren wird eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens vorgestellt. Darüber hinaus hat die Erfindung eine Verwendung des Bauteils zum Gegenstand.

Es ist oft notwendig, ein empfindliches elektrotechnisches Bauteil wie einen Piezoaktor zu passivieren. Dabei wird eine Oberfläche des Bauteils elektrisch isoliert und vor Verschmutzung oder mechanischen Beschädigung geschützt. Dies wird beispielsweise dadurch erreicht, daß das Bauteil mit einer Schutzschicht aus Kunststoff versehen wird. Dabei wird der Kunststoff in einem unvernetzten Zustand auf die Oberfläche des Bauteils aufgetragen. Durch Polymerisierung oder Vulkanisierung des Kunststoffs entsteht die Schutzschicht. Ein Aufbringen des unvernetzten Kunststoffs erfolgt beispielsweise durch Tauchen, Sprühen oder in einem Spritzgußverfahren. Für eine Anwendung einer derartigen Technik sollte eine Viskosität des verwendeten Kunststoffs in einem Verarbeitungszustand niedrig sein.

Entsprechend einer Anforderung an die Schutzschicht des Bauteils muß unter Umständen ein höher viskoser Kunststoff verarbeitet werden. Beispielsweise hängt eine Zuverlässigkeit eines Piezoaktors, der in einem Diesel-Einspritz-System eingesetzt wird, entscheidend von einer Elastizität der Schutzschicht ab. Die Elastizität sollte zwischen -50°C und $+150^{\circ}\text{C}$ gewährleistet sein. Diese Spezifikation wird von einem Silikonelastomer erfüllt. Im einem nicht vulkanisierten Zustand ist ein Silikonelastomer relativ hochviskos. Eine lückenlose Passivierung der Oberfläche des Piezoaktors gelingt dadurch, daß das Silikonelastomer mit einem Pinsel per Hand auf die Oberfläche des Piezoaktor aufgetragen wird. Danach wird der Kunststoff durch Erhöhung der Temperatur vernetzt. Dieses Verfahren ist nicht automatisierbar.

Aus WO 92/06532 ist ein Verfahren zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils in Form eines Piezoaktors bekannt, dessen Oberfläche mit einer Schutzschicht aus Kunststoff versehen wird. Die Schutzschicht besteht aus einem Elastomer- bzw. Silikonelastomer. Das unvulkanisierte Elastomer wird in einem spritzgußähnlichen Verfahren an dem Piezoaktor angebracht. Dabei wird der Piezoaktor in einem Hohlkörper, und der Hohlkörper in einem Exsikkator angeordnet. Der Exsikkator wird evakuiert. Das Elastomer wird in den evakuierten Exsikkator eingespritzt, wobei das Elastomer zwischen die Oberfläche des Piezoaktors und eine Innenfläche des Hohlkörpers gelangt. Nach einem Einspritzen des Elastomers wird für einen Druckausgleich gesorgt, überschüssiges Elastomer entfernt und das Elastomer durch eine Temperaturerhöhung vernetzt. Nach dem Vernetzen muß geprüft werden, ob die Schutzschicht einer gewünschten Anforderung genügt. Beispielsweise kann die Schicht unvollständig oder zu dünn sein. In beiden Fällen wird der Piezoaktor nachbearbeitet. Dazu wird der Piezoaktor samt Hohlkörper in unvulkanisiertes Elastomer getaucht. Das nun anhaftende Elastomer wird wieder durch Temperaturerhöhung vernetzt. Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis eine Schutzschicht vorliegt, die den Anforderungen genügt.

Im Gegensatz zur Verarbeitung per Hand ist das aus WO 92/06532 hervorgehende Spritzgußverfahren automatisierbar. Wegen einer hohen Schergeschwindigkeit, mit der der Kunststoff dabei verarbeitet werden muß, besteht aber bei dem zitierten Verfahren die Gefahr, daß der Piezoaktor gegen eine Innenfläche des Hohlkörpers gedrückt und dadurch die Oberfläche des Piezoaktors unvollständig passiviert

wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches Verfahren zur sicheren Passivierung der Oberfläche eines elektrotechnischen Bauteils mit einem Kunststoff anzugeben. Das Verfahren soll automatisierbar sein und zu einer Schutzschicht hoher Güte führen.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils, das eine mit einem Kunststoff passivierte Oberfläche aufweist angegeben. Das Verfahren ist durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet: Positionieren eines Bauteils in einem Hohlkörper derart, daß zwischen der zu passivierenden Oberfläche des Bauteils und einer Innenfläche des Hohlkörpers ein bestimmter Zwischenraum entsteht, Füllen des Zwischenraums mit einem Kunststoff und Vernetzen des Kunststoffs.

Ein elektrotechnisches Bauteil ist beispielsweise ein keramischer Mehrschichtkondensator oder ein monolithischer Piezoaktor in Vielschichtbauweise. Der Piezoaktor verfügt beispielsweise über einen zylindrischen Aktorkörper. Die Oberfläche des Piezoaktors, die passiviert wird, umfaßt sowohl eine Oberfläche des Aktorkörpers als auch eine Oberfläche eines am Aktorkörper angebrachten elektrischen Anschlusses. Die Oberfläche des Aktorkörpers umfaßt insbesondere eine Mantelfläche des zylindrischen Aktorkörpers. Der Piezoaktor ist vorzugsweise einteilig. Mit dem Verfahren kann aber auch die Oberfläche eines mehrteiligen Piezoaktors bzw. eines mehrteiligen elektrotechnischen Bauteils passiviert werden.

Der Hohlkörper, in dem das Bauteil positioniert wird, weist vorzugsweise einen Kunststoff auf, insbesondere einen thermoplastischen Kunststoff. Der Kunststoff ist beispielsweise ein Polyamid. Der Hohlkörper ist beispielsweise ein runder, an einer Stirnseite offener Hohlzylinder. Der Hohlkörper kann eine strukturierte oder nicht strukturierte Innenfläche aufweisen. Vorzugsweise wird ein Hohlkörper verwendet, der eine Innenfläche aufweist, die im wesentlichen die Oberfläche des Bauteils in inverser Form aufweist. Dadurch kann das Bauteil in den Hohlkörper wie ein Schlüssel in ein Schlüsselloch gesteckt werden. Der Hohlkörper ist vorzugsweise einteilig, er kann aber auch aus mehreren Teilen zusammengesetzt sein.

Vor dem Positionieren des Bauteils kann eine Behandlung der Oberfläche des Bauteils erfolgen, die eine Haftung der Schutzschicht auf der Oberfläche begünstigt. Dies beinhaltet beispielsweise eine spezielle Reinigung der Oberfläche oder eine Primerung der Oberfläche. Bei der Primerung wird auf die Oberfläche ein haftungsvermittelnder Stoff aufgetragen.

Das Positionieren des Bauteils im Hohlkörper umfaßt insbesondere ein Anordnen des Bauteils im Hohlkörper und ein relatives Bewegen des Bauteils und des Hohlkörpers zueinander. Diese Schritte erfolgen gleichzeitig oder nacheinander. Der dabei erzeugte Zwischenraum ist so bemessen, daß das Füllen des Zwischenraums bzw. eine Benetzung der zu passivierenden Oberfläche des Bauteils mit Kunststoff möglich ist. Ein direkter Kontakt zwischen der Oberfläche des Hohlkörpers und Bauteil ist dabei zu vermeiden.

Das Anordnen des Bauteils im Hohlkörper kann per Hand durchgeführt werden. Dieser Verfahrensschritt kann aber auch mit Hilfe einer entsprechenden Vorrichtung automatisiert erfolgen.

Ein weiterer Gedanke der Erfindung besteht darin, neben einer Passivierung der Oberfläche des Bauteils eine Zentrierung des Bauteils in dem Hohlkörper zu ermöglichen. Beispielsweise ist im Hinblick auf eine Anwendung eines Piezoaktors in einem Diesel-Einspritz-System neben einer qualitativ hochwertigen Schutzschicht eine Zentrierung des Piezoaktors in einer zylindrischen Form notwendig. Die Zentrierung erfolgt vorzugsweise mit dem Erzeugen des Zwi-

schenraums.

Auf der Basis der Erfindung ist es möglich, das sichere Passivieren eines elektrotechnischen Bauteils zu automatisieren. Dabei ist es insbesondere möglich, hochviskose Kunststoffe wie Elastomere in einem Spritzgußverfahren zu verarbeiten. Wegen der hohen Schergeschwindigkeit, die bei einer Verarbeitung eines derartigen Kunststoffs im Spritzgußverfahren auftritt, wird insbesondere dafür gesorgt, daß während des Füllens des Zwischenraums ein Abstand zwischen der Oberfläche des Bauteils und der Innenfläche des Hohlkörpers im wesentlichen gleich bleibt.

Der Abstand, der durch den Zwischenraum festgelegt ist, soll während des Spritzgusses konstant bleiben. Eine kleine Variation des Abstands ist zulässig. Wichtig ist, daß durch das Füllen des Zwischenraums und auch beim Vernetzen des Kunststoffs das Bauteil nicht gegen die Innenfläche des Hohlkörpers gedrückt wird.

Zur Erzeugung eines gleich bleibenden Abstands wird vorzugsweise ein Verfahren angewendet, bei dem beim Füllen des Zwischenraums ein Fixieren des Bauteils und des Hohlkörpers durchgeführt wird. Das Fixieren des Bauteils und/oder des Hohlkörpers erfolgt insbesondere durch Ausüben einer Kraft auf den Hohlkörper bzw. das Bauteil. Die Kraft wird beispielsweise mit Hilfe einer Feder ausgeübt. Denkbar ist auch eine Kraftausübung mittels pneumatischem oder hydraulischem Druck. Die Kraftausübung auf das Bauteil erfolgt an einer solchen Oberfläche des Bauteils, die nicht passiviert werden soll. Bei einem zylindrischen Aktorkörper, bei dem eine Mantelfläche passiviert werden soll, findet eine Kraftübertragung vorzugsweise auf eine Stirnfläche des Aktorkörpers statt. Besonders vorteilhaft ist es bei einem derartigen Bauteil, daß die Kraftübertragung auf die gesamte Stirnfläche erfolgt. Durch einen solchen kraft- und formschlüssigen Kontakt während des Spritzgusses wird zudem vermieden, daß sich das Silikonelastomer auf der Stirnfläche ablagert. Die Stirnfläche des Aktorkörpers, über die im Betrieb des Piezoaktors Kraft übertragen wird, muß nicht von unerwünschtem Silikonelastomer befreit werden. Ein Silikonelastomer auf der Stirnfläche des Aktorkörpers würde eine effektiv vom Piezoaktor übertragbare Kraft mindern.

In einer besonderen Ausgestaltung des Verfahrens wird während des Füllens des Zwischenraums das Vernetzen des Kunststoffs durchgeführt. Beide Verfahrensschritte laufen zur gleichen Zeit ab.

In einer besonderen Ausgestaltung wird bei dem Verfahren ein Kunststoff mit einem Elastomer, insbesondere mit einem Silikonelastomer verwendet. Der Kunststoff weist beispielsweise eine halogenhaltige Verbindung wie ein fluoriertes Silikonelastomer auf.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils vorgestellt, das eine mit einem Kunststoff passivierte Oberfläche aufweist, insbesondere zum Durchführen eines Verfahrens mit den Verfahrensschritten: Positionieren eines Bauteils in einem Hohlkörper derart, daß zwischen der zu passivierenden Oberfläche des Bauteils und einer Innenfläche des Hohlkörpers ein bestimmter Zwischenraum entsteht, Füllen des Zwischenraums mit einem Kunststoff und Vernetzen des Kunststoffs, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung ein Mittel zu einem relativen Bewegen des Bauteils und des Hohlkörpers zueinander, ein Mittel zu einem Fixieren des Bauteils, ein Mittel zum Füllen des Zwischenraums und ein Mittel zum Vernetzen des Kunststoffs aufweist.

Das Mittel zu einem relativen Bewegen des Bauteils und des Hohlkörpers zueinander wird dazu benutzt, einen Zwischenraum zwischen Hohlkörper und Bauteil zu erzeugen.

Dies gelingt beispielsweise dadurch, daß das Bauteil bewegt und der Hohlkörper festgehalten wird, oder umgekehrt. Vorzugsweise wird der Hohlkörper fixiert. Fixieren bedeutet dabei, daß der Hohlkörper sowohl in einer vertikalen als auch in einer horizontalen Richtung festgehalten wird. Dazu verfügt die Vorrichtung vorzugsweise über ein Mittel zum Fixieren des Hohlkörpers. Dieses Mittel ist beispielsweise ein in der Vorrichtung integrierter Hohlzylinder, in die der Hohlkörper gesteckt wird. Bevorzugt weisen der Hohlkörper und der Hohlzylinder zueinander passende, also ineinander greifende Nuten und Aussparungen auf. Dadurch wird ein reibschlüssiger Kontakt zwischen Hohlkörper und dem Hohlzylinder der Vorrichtung erzeugt. Ein laterales Verschieben und/oder Verdrehen des Hohlkörpers in der Vorrichtung kann vernachlässigt werden.

Das Mittel zum relativen Bewegen des Bauteils gegenüber dem Hohlkörper funktioniert beispielsweise so, daß in einem Kontaktbereich auf eine Kontaktfläche des Bauteils eine Kraft ausgeübt wird und so eine Bewegung des Bauteils hervorgerufen wird. Die Kraft wird beispielsweise über einen Stift übertragen, wobei hier die Kontaktfläche des Kontaktbereichs relativ klein ist.

Die Kontaktfläche kann zusammenhängend sein. Sie kann aber auch aus mehreren Teilflächen bestehen. Das Mittel verfügt beispielsweise über eine Kontaktfläche, die eine im wesentlichen inverse Form der Kontaktfläche des Bauteils aufweist. Dadurch ist ein genaues Positionieren des Bauteils möglich. Beispielsweise ist im Kontaktbereich die Kontaktfläche des Bauteils konkav und die Kontaktfläche des Mittels zum Bewegen des Bauteils entsprechend konvex geformt.

Vorzugsweise wird die Kraft auf eine robuste, also nicht empfindliche Kontaktfläche des Bauteils ausgeübt. Für den Fall, daß die Kraft auf eine empfindliche Oberfläche des Bauteils ausgeübt wird, verfügt das Mittel zum Bewegen des Bauteils über eine Kontaktfläche, die so gestaltet ist, daß die Oberfläche des Bauteils beim Bewegen heil bleibt. Eine Verletzung der empfindlichen Oberfläche wird dadurch ausgeschlossen. Beispielsweise weist das Mittel in dem Kontaktbereich eine Beschichtung aus Kunststoff, insbesondere eine Beschichtung aus Teflon® auf.

Mit Hilfe des Mittels zum Bewegen des Bauteils kann insbesondere eine Zentrierung des Bauteils im Hohlkörper erfolgen. Eine Zentrierung gelingt beispielsweise dadurch, daß mindestens zwei Kontaktflächen so angeordnet sind, daß die Kräfte, die beim Bewegen auf das Bauteil ausgeübt werden, sich gegenseitig aufgeben, wenn eine gewünschte Positionierung bzw. Zentrierung des Bauteils im Hohlkörper erreicht ist.

Nach dem Positionieren ermöglicht die Vorrichtung ein Fixieren des Bauteils. Das Fixieren erfolgt beispielsweise durch Ausüben einer Kraft auf das Bauteil. Dabei wird die Kraft so ausgeübt, daß der Abstand bleibend ist, der durch den Zwischenraum zwischen Bauteil und Hohlkörper bestimmt ist. Der Abstand ändert sich nicht. Das Mittel zum Fixieren des Bauteils ist beispielsweise ein Stempel. Durch eine Ausübung der Kraft steht der Stempel in einem reibschlüssigen Kontakt mit dem Bauteil. Die Kraft wird beispielsweise mit Hilfe einer Feder mittelbar über den Stempel auf das Bauteil übertragen. Der Stempel kann auch mit Hilfe eines pneumatischen oder hydraulischen Drucks gegen das Bauteil gedrückt werden.

Das Mittel zum Fixieren des Bauteils kann beispielsweise auch eine Aussparung in der Vorrichtung sein, in die das Bauteil formschlüssig und reibschlüssig angeordnet wird. Der reibschlüssige Kontakt ist hier ohne Ausübung einer Kraft sichergestellt.

Das Mittel zum Füllen des Zwischenraums ist beispiels-

weise eine Vorrichtung zum Durchführen eines Gießverfahrens. Insbesondere ist das Mittel eine Vorrichtung zum Durchführen eines Spritzgußverfahrens. Dazu verfügt die Vorrichtung über mindestens eine Öffnung, durch die in den Zwischenraum zwischen dem Bauteil und dem Hohlkörper der Kunststoff gespritzt werden kann.

Die Vorrichtung weist insbesondere ein Mittel zum Vernetzen des Kunststoffs auf. Dieses Mittel ist vorzugsweise ein Mittel zum Temperieren. Ein beheizbarer Teil der Vorrichtung steht dabei mit dem Kunststoff in Kontakt, der sich im Zwischenraum befindet. Durch eine Temperaturerhöhung wird die Vernetzung des Kunststoffs eingeleitet. Das Vernetzen kann nach, insbesondere aber schon während des Spritzgußvorgangs eingeleitet werden. Dazu ist das Mittel zum Füllen des Zwischenraums ebenfalls temperiert, allerdings auf eine Temperatur, bei der ein Vernetzen des Kunststoffs nicht oder nur langsam stattfindet. Dadurch wird verhindert, daß Kunststoff in einer Öffnung oder einer Zuleitung des Mittels zum Füllen des Zwischenraums vernetzt wird und somit diese Öffnung bzw. eine Zuleitung zur Öffnung verstopft wird.

Das Vernetzen kann nicht nur durch eine Temperaturerhöhung, sondern auch durch eine Belichtung in Gang gesetzt werden. Dazu ist der zu vernetzende Kunststoff optisch zugänglich, d. h. der Kunststoff kann mit Licht einer geeigneten Wellenlänge bestrahlt werden.

Nach dem Vernetzen verfügt das Bauteil über eine qualitativ hochwertige Schutzschicht. Der Hohlkörper ist dabei mit dem Bauteil fest verbunden und somit Teil der Schutzschicht.

Mit der Erfindung ist es aber auch möglich, ein Bauteil mit einer passivierten Oberfläche herzustellen, wobei das Bauteil samt Schutzschicht nach dem Vernetzen des Kunststoffs von dem Hohlkörper abgetrennt ist. Das fertige Bauteil ist somit nicht mit dem Hohlkörper fest verbunden. Dazu ist der Hohlkörper beispielsweise fester Bestandteil der Vorrichtung, mit deren Hilfe die Oberfläche des Bauteils passiviert wird. Es kann auch ein Hohlkörper benutzt werden, der wiederholt zur Herstellung eines Bauteils mit einer passivierten Oberfläche zur Verfügung steht. In beiden Fällen ist es vorteilhaft, dafür zu sorgen, daß nach Herstellung der Schutzschicht ein Trennen der Schutzschicht und des Hohlkörpers leicht erfolgt. Dies wird beispielsweise durch eine entsprechende Beschichtung der Innenfläche des Hohlkörpers erreicht. Alternativ dazu kann auch ein Hohlkörper verwendet werden, der einen nicht selbsthaftenden Kunststoff aufweist.

Das beschriebene Verfahren bzw. die beschriebene Vorrichtung wird dazu verwendet, ein elektrotechnisches Bauteil, insbesondere einen Piezoaktor, mit einer kunststoffpassivierten Oberfläche herzustellen. Das Ergebnis ist ein Piezoaktor, der in einem Hohlkörper angeordnet und über eine Schutzschicht aus Kunststoff mit dem Hohlkörper fest verbunden ist. Der Piezoaktor kann aber auch nur die Schutzschicht aus Kunststoff aufweisen.

Ein derartiger Piezoaktor wird zur Ansteuerung eines Einspritzventils, insbesondere eines Einspritzventils einer Brennkraftmaschine verwendet.

Mit der vorgestellten Erfindung verbinden sich folgende Vorteile:

- Die Passivierung der Oberfläche eines elektrotechnischen Bauteils kann voll automatisierbar durchgeführt werden. Eine schnelle und kostengünstige Herstellung des Bauteils ist möglich.
- Es kann ein hochviskoser Kunststoff, beispielsweise ein Silikonelastomer, im Spritzgußverfahren verarbeitet werden.

- Ein im Spritzgußverfahren verarbeitetes Silikonelastomer zeichnet sich durch ein gutes Spaltfüllvermögen aus. Aufgrund eines auftretenden Schergefälles in einer Einspritzdüse wird dieser Kunststoff während einer Verarbeitung niedrig viskos. Dadurch gelingt es, einen Spalt von bis zu 5 µm herab mit dem Kunststoff zu füllen. Somit resultiert eine qualitativ hochwertige, nahezu blasen- und lunkerfreie Schutzschicht aus Silikonelastomer.

- Eine Längentoleranz des Bauteils, die beispielsweise bei einem Piezoaktor in monolithischer Vielschichtbauweise herstellungsbedingt $\pm 3\%$ betragen kann, hat keinen Einfluß auf die Güte der Schutzschicht.

- Durch das Fixieren des Bauteils kann ein reib- und formschlüssiger Kontakt zwischen dem Bauteil und der Vorrichtung erzeugt werden. Im Bereich dieses Kontakts bleibt die Oberfläche des Bauteils frei von Kunststoff. Ein eventuell notwendiges nachträgliches Reinigen dieser Oberfläche entfällt.

Anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der dazugehörigen Zeichnungen wird im folgenden ein Verfahren zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils mit einer kunststoffpassivierten Oberfläche vorgestellt. Die Figuren sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

Fig. 1a zeigt einen Querschnitt eines elektrotechnischen Bauteils in Form eines Piezoaktors, der über eine kunststoffpassivierte Oberfläche verfügt.

Fig. 1b zeigt eine perspektivische Darstellung eines Piezoaktors mit einer kunststoffpassivierten Oberfläche.

Fig. 2a zeigt einen Querschnitt eines Piezoaktors.

Fig. 2b zeigt eine perspektivische Darstellung eines Piezoaktors.

Fig. 3a zeigt einen Querschnitt eines Hohlkörpers, in dem ein Piezoaktor angeordnet wird.

Fig. 3b zeigt eine perspektivische Darstellung eines Hohlkörpers, in dem ein Piezoaktor angeordnet wird.

Fig. 4a zeigt einen Querschnitt eines Piezoaktors, der in einem Hohlkörper angeordnet ist, senkrecht zu einer Längsachse des Piezoaktors.

Fig. 4b zeigt einen Querschnitt eines Piezoaktors, der in einem Hohlkörper angeordnet ist, entlang einer Längsachse des Piezoaktors.

Fig. 5a und 5b zeigen jeweils ein Flußdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils mit einer kunststoffpassivierten Oberfläche.

Fig. 6a bis 6c zeigen in verschiedenen Verfahrensschritten einen Querschnitt einer Vorrichtung, mit deren Hilfe eine Oberfläche eines Piezoaktors passiviert wird.

Fig. 7a zeigt einen Querschnitt eines Piezoaktors, der in einen Hohlkörper eingelegt ist.

Fig. 7b zeigt einen Querschnitt eines Piezoaktors, der in einem Hohlkörper mit Hilfe einer Vorrichtung zum relativen Bewegen des Piezoaktors und des Hohlkörpers zueinander zentriert worden ist.

Fig. 8 zeigt in einer Aufsicht ein Mittel zum Fixieren des Hohlkörpers.

Fig. 9a zeigt einen Querschnitt einer Vorrichtung, mit deren Hilfe eine Oberfläche eines Piezoaktors passiviert wird, vor einem Anordnen eines Hohlkörpers mit einem Piezoaktor in der Vorrichtung.

Fig. 9b zeigt einen Querschnitt einer Vorrichtung, mit deren Hilfe eine Oberfläche eines Piezoaktors passiviert wird, vor einem Spritzgußvorgang.

Fig. 10 zeigt einen Querschnitt einer Vorrichtung, mit deren Hilfe eine Oberfläche eines Piezoaktors passiviert wird.

Fig. 11 zeigt ein Einspritzventil, das mit einem Piezoaktor

mit einer kunststoffpassivierten Oberfläche betrieben wird.

Mit Hilfe der Vorrichtung 2 (Fig. 6a und 9a) wird das Verfahren zur Herstellung eines Piezoaktors 1 (Fig. 1a und 1b) durchgeführt, der eine mit einem Silikonelastomer 17 passivierte Oberfläche 14 aufweist. Der Piezoaktor 111 wird dabei mit Hilfe des Silikonelastomers 17 mit dem Hohlkörper 15 fest verbunden.

Wesentliche Bestandteile der Vorrichtung 2 sind ein Mittel 22 zum Fixieren des Piezoaktors 111 in Form eines zylinderförmigen Stempels, ein Mittel 23 zum Füllen eines Zwischenraums 16 mit unvernetztem Silikonelastomer 17 und ein Mittel 24 zum Fixieren des Hohlkörpers 15. Zudem kann die Vorrichtung 2 mit Hilfe eines beweglichen Gehäuses 25 verschlossen werden. Durch diese Bestandteile ist ein Hohlraum 40 festgelegt, in dem die elektrisch empfindliche Oberfläche 14 des Piezoaktors 111 passiviert wird.

Der Piezoaktor 111 besteht aus einem zylindrischen, monolithischen Aktorkörper 11 in Vielschichtbauweise, bei dem abwechselnd piezokeramische Schichten und Elektroden-schichten übereinander angeordnet sind (Fig. 2a und 2b). Eine Grundfläche des Aktorkörpers 11 ist quadratisch und hat einen Flächeninhalt von ca. 50 mm². Eine Höhe des Aktorkörpers 11 beträgt ca. 30 mm. Zu einer alternierenden elektrischen Kontaktierung der Elektroden-schichten sind an dem Aktorkörper 11 zwei elektrische Anschlußstifte 12 mittelbar über jeweils eine elektrische Kontaktfahne 13 angebracht. Die elektrisch aktive Oberfläche 14 des Piezoaktors 111 umfaßt im wesentlichen die Mantelfläche des Aktorkörpers 11, eine Oberfläche eines Anschlußstifts 12 und eine Oberfläche einer Kontaktfahne 13.

Der Hohlkörper 15 ist zylinderförmig und hat einen runden äußeren Grundriß mit einem Durchmesser 151 von ca. 12 mm (Fig. 3a und 3b). Die Innenfläche 18 des Hohlkörpers 15 weist im wesentlichen die inverse Form der Oberfläche 14 des Piezoaktors 111 auf. Somit verfügt der Hohlkörper 15 über eine Aussparung 191 für den Aktorkörper 11, eine Aussparung 192 für einen Anschlußstift 12 und eine Aussparung 192 für eine Kontaktfahne 13. Der Hohlkörper 15 ist ungefähr so hoch wie der Aktorkörper 11. Der Hohlkörper 15 weist zudem vier Aussparungen 20 auf, die ein Positionieren bzw. Zentrieren des Piezoaktors 111 in dem Hohlkörper 15 ermöglichen. Diese Aussparungen durchdringen eine Wandung 152 des Hohlkörpers 15 an den Stirnseite 153 und 154 des Hohlkörpers 15. Zudem verfügt der Hohlkörper 15 über vier Nuten 21, die einen reibschlüssigen Kontakt mit der Vorrichtung 2 ermöglichen. Der Hohlkörper 15 besteht aus einem Polyamid.

Das Positionieren 501 des Piezoaktors 111 in dem Hohlkörper 15 erfolgt in mehreren Stufen. Zunächst wird der Piezoaktor 111 per Hand in den Hohlkörper 15 eingelegt. Danach wird der Piezoaktor 111 im Hohlkörper 15 zentriert und fixiert.

Für ein Zentrieren ist der Hohlkörper 15 in der Vorrichtung 2 fixiert. Dies geschieht mit Hilfe des Mittels 24 zum Fixieren des Hohlkörpers 15 (Fig. 6a, 8 und 9a). Das Mittel 24 ist ein flacher, runder Hohlzylinder mit einem inneren Durchmesser 242, der so bemessen ist, daß der Hohlkörper 15 formschlüssig im Hohlzylinder 24 angeordnet werden kann. Zudem verfügt das Mittel 24 über Nuten 241. Der Hohlkörper 15 wird so im Hohlzylinder 24 angeordnet, daß die Nuten 241 des Hohlzylinders 24 und die Nuten 21 des Hohlkörpers 15 ineinandergreifen. Dadurch steht der Hohlkörper 15 mit der Vorrichtung 2 in einem reibschlüssigen Kontakt. Durch den reibschlüssigen Kontakt wird eine Drehbewegung des Hohlkörpers 15 gegenüber der Vorrichtung 2 verhindert.

Damit der Piezoaktor 111 inklusive seiner Anschlußstifte 12 in der Vorrichtung 2 angeordnet werden kann, ist für je-

den Anschlußstift ein Sackloch 27 vorgesehen (Fig. 8 und 9a).

Der Piezoaktor 111 wird gegenüber dem Hohlkörper 15 so bewegt, daß ein bestimmter Zwischenraum 16 zwischen der Oberfläche 14 des Piezoaktors 111 und der Innenfläche 18 des Hohlkörpers 15 entsteht. Dazu wird das Mittel 26 benutzt (Fig. 6c, 6d, 7a und 7b). Es besteht aus zwei Schiebern, die gegenüberliegend angeordnet sind. Zwischen den beiden Schiebern befindet sich der im fixierten Hohlkörper 15 angeordnete Piezoaktor 111. Die beiden Schieber werden gegeneinander bewegt, wobei ein Schieber 26 über eine Kontaktfläche 28 auf den Aktorkörper 11 eine Kraft ausübt. Die Kontaktfläche 28 wird von der Kontaktfläche 281 des Aktors 111 und der Kontaktfläche 282 des Schiebers 26 gebildet. Damit die Kontaktflächen 28 zustande kommen, verfügt der Hohlkörper 15 über Aussparungen 20, durch die die Schieber geführt werden. Eine Kontaktfläche 281 befindet sich an einer Kante des Aktorkörpers 11. Die Kontaktfläche 282 des Schiebers 26 ist zur Kontaktfläche 281 des Aktorkörpers 11 invers geformt und ist mit Teflon® beschichtet. Ein Schieber 26 bildet mit dem Aktorkörper 11 zwei voneinander getrennte Kontaktflächen 28 (Fig. 6c). Mit Hilfe zweier Schieber ist also eine Vier-Punkt-Positionierung realisiert. Dadurch gelingt es, den Piezoaktor 111 in dem Hohlkörper 15 exakt zu positionieren bzw. zu zentrieren.

In einem anderen Ausführungsbeispiel ist eine Drei-Punkt-Positionierung realisiert. Dabei verfügt ein Schieber über eine und ein zweiter Schieber über zwei Kontaktflächen 28 mit dem Aktorkörper 11.

Ebenfalls zum Positionieren des Piezoaktors 111 im Hohlkörper 15 zählt der nächste Verfahrensschritt, bei dem der Piezoaktor 111 fixiert und somit ein bleibender Abstand zwischen dem Hohlkörper 15 und Piezoaktor 111 hergestellt wird. Dazu wird über einen zylinderförmigen Stempel 22 eine Kraft 30 auf eine Stirnfläche 102 des Aktorkörpers 11 ausgeübt. Der für die Fixierung nötige Gegendruck wird von der Vorrichtung 2 auf die Stirnfläche 101 des Aktorkörpers ausgeübt. Somit stehen der Piezoaktor 121 und die Vorrichtung 2 in einem reibschlüssigen Kontakt miteinander. Eine für diesen Kontakt notwendige Fläche umfaßt zumindest die Stirnflächen 101 und 102 des Aktorkörpers 11. Der dafür nötige Druck wird durch Federn erzeugt und beträgt beispielsweise 20 MPa.

Nach dem Fixieren des Piezoaktors 111 wird das Mittel 26 zum Positionieren des Piezoaktors 111 entfernt und die Vorrichtung 2 mit Hilfe des beweglichen Gehäuses 25 für den Spritzgußvorgang 502 verschlossen (Fig. 6e).

Im nächsten Verfahrensschritt 502 erfolgt der eigentliche Spritzgußvorgang (Fig. 5a). Dabei wird der Zwischenraum 16 zwischen Piezoaktor 111 und Hohlkörper 15 mit Hilfe des Mittels 23 zum Füllen des Zwischenraums 16 mit einem Silikonelastomer gefüllt. Das Mittel 23 verfügt über zwei Einspritzöffnungen 231 und eine temperierbare Kaltkanaldüse 232.

Im folgenden Verfahrensschritt 503 erfolgt eine thermische Vernetzung des Silikonelastomers 17. Dazu verfügt die Vorrichtung 2 über ein Mittel zum Temperieren des Silikonelastomers 17. Das Mittel ist in das Gehäuse 25 integriert. Das Gehäuse 25 wird auf 150°C erwärmt und somit die Vernetzung des Silikonelastomers in Gang gesetzt. Das Vernetzen des Kunststoffs gelingt auf diese Weise in wenigen Minuten. Um eine Volumenänderung beim Vernetzen des Silikonelastomers 17 auszugleichen, verfügt die Vorrichtung 2 über einen Freiraum 291 für überschüssiges Silikonelastomer 17. Dieser Freiraum 291 ist im Stempel 22 integriert und über einen Entlüftungskanal 292 mit dem Hohlraum 40 verbunden.

Das Mittel 23 zum Füllen des Zwischenraums 17 verfügt

ebenfalls über ein Mittel zum Temperieren. Dadurch kann ein Bereich gekühlt werden, in dem eine Vernetzung des Silikonelastomers unerwünscht ist. Dies betrifft beispielsweise eine Einspritzöffnung 231. Es wird verhindert, daß dort das Silikonelastomer 17 vernetzt wird.

Alternativ zum seriellen Abarbeiten der Verfahrensschritte Füllen des Zwischenraums mit Kunststoff 502 und Vernetzen des Kunststoffs 503 (Fig. 5a) werden diese beiden Verfahrensschritte parallel durchgeführt (Fig. 5b). Im Verfahrensschritt 504 finden die genannten Arbeitsschritte gleichzeitig statt. Dazu ist das Gehäuse 25 schon beim Füllen auf 150°C temperiert.

Im nächsten Verfahrensschritt wird die Vorrichtung wieder geöffnet und der fertige Piezoaktor aus der Vorrichtung 2 bzw. dem Hohlraum 40 entfernt. Die Vorrichtung 2 ist nun bereit zu einer Aufnahme eines neuen Piezoaktors 111 mit einem neuen Hohlkörper 15.

Das Entfernen wird per Hand durchgeführt. Alternativ dazu ist in einem weiteren Ausführungsbeispiel die Vorrichtung 2 mit zwei Kanälen 31 versehen, über die ein Preßluftdruck 32 auf den passivierten Piezoaktor 1 ausgeübt werden kann (Fig. 9a). Mit Hilfe dieses Preßluftdrucks wird der Piezoaktor 1 aus der Vorrichtung 2 entfernt.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann während des Spritzgußvorgangs 502 der Piezoaktor 111 über zwei elektrische Kontakte 30 elektrisch kontaktiert werden (Fig. 9a und 9b). Dadurch gelingt es, den Piezoaktor unter angelegter elektrischer Spannung zu passivieren.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird der Hohlkörper 15 durch den Hohlraum 40 der Vorrichtung 2 gebildet (Fig. 6a und 10). Der Piezoaktor 111 wird im Hohlraum 40 platziert, dort zentriert, fixiert und mit einem Silikonelastomer versehen.

Der Piezoaktor 1 in monolithischer Vielschichtbauweise und mit einer Oberfläche 14, die mit Silikonelastomer 17 passiviert ist, wird zur Ansteuerung eines Einspritzventils 50 (Fig. 11) einer Brennkraftmaschine benutzt. Dabei ist der Piezoaktor 1 beispielsweise über einen Kolben 51 mit einer Düsenadel 52 des Einspritzventils 50 verbunden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils (1), das eine mit einem Kunststoff (17) passivierte Oberfläche (14) aufweist, **gekennzeichnet** durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Positionieren eines Bauteils (111) in einem Hohlkörper (15) derart, daß zwischen der zu passivierenden Oberfläche (14) des Bauteils (15) und einer Innenfläche (18) des Hohlkörpers (15) ein bestimmter Zwischenraum (16) entsteht,
- b) Füllen des Zwischenraums (16) mit einem Kunststoff (17) und
- c) Vernetzen des Kunststoffs (17).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Positionieren ein Anordnen des Bauteils (111) im Hohlkörper (15) und ein relatives Bewegen des Bauteils (111) und des Hohlkörpers (15) zueinander umfaßt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei während des Füllens des Zwischenraums (16) ein Abstand (161) zwischen der Oberfläche (14) des Bauteils (15) und der Innenfläche (18) des Hohlkörpers (15) im wesentlichen gleich bleibt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Füllen des Zwischenraums (16) mit einem Spritzgußverfahren erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei während des Füllens des Zwischenraums (16) das Ver-

netzen des Kunststoffs (17) durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Bauteil (111) und der Hohlkörper (15) durch das Vernetzen des Kunststoffs (17) fest miteinander verbunden werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei ein Kunststoff (17) mit einem Elastomer verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei als Elastomer ein Silikonelastomer verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei als Bauteil (111) ein Piezoaktor verwendet wird.

10. Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens zur Herstellung eines elektrotechnischen Bauteils (1), das eine mit einem Kunststoff (17) passivierte Oberfläche (14) aufweist, insbesondere zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung

- ein Mittel (26) zu einem relativen Bewegen des Bauteils (111) und des Hohlkörpers (15) zueinander,
- ein Mittel (22) zu einem Fixieren des Bauteils (111),
- ein Mittel (23) zum Füllen des Zwischenraums (16) mit Kunststoff (17) und
- ein Mittel (25) zum Vernetzen des Kunststoffs (17) aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10 mit einem Mittel (24) zum Fixieren des Hohlkörpers (15).

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 1a

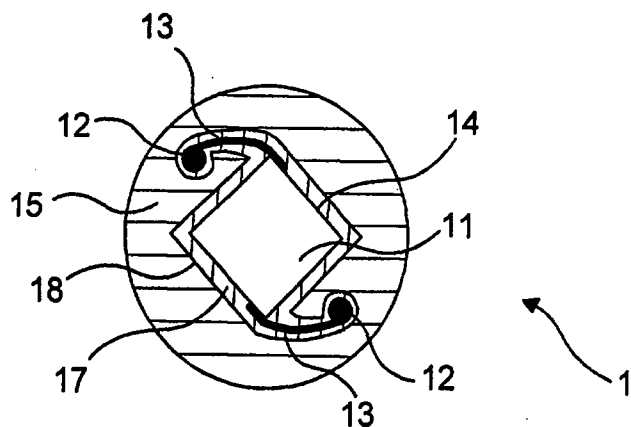


FIG 1b

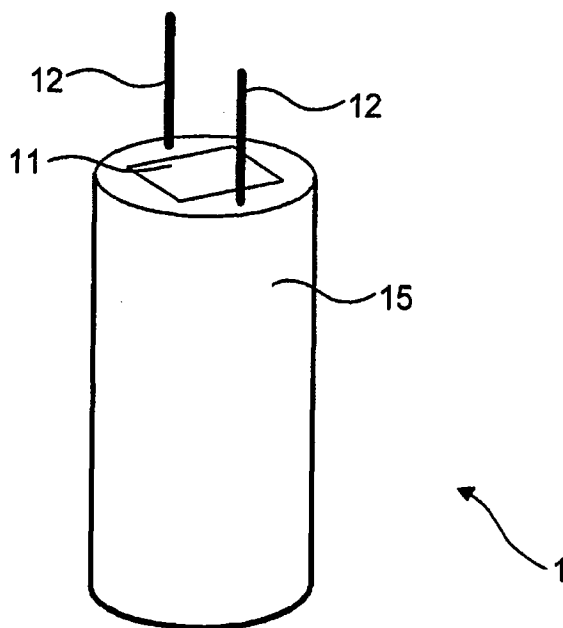


FIG 2a

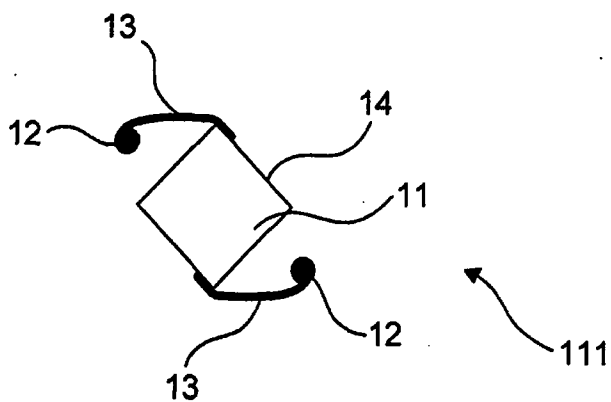


FIG 2b

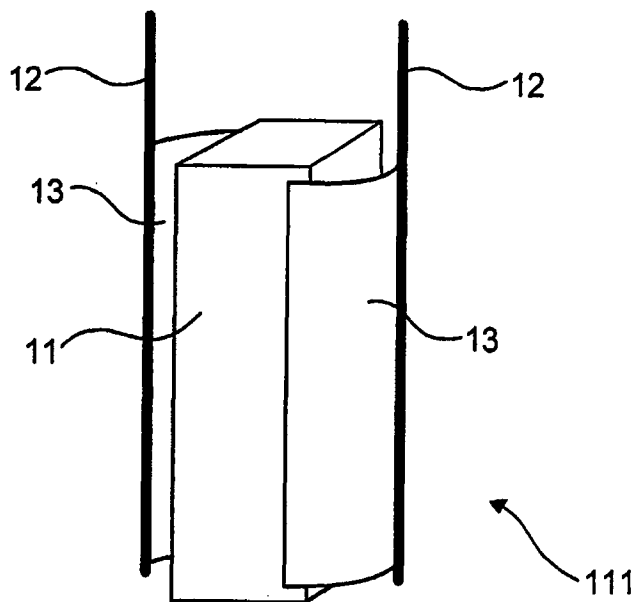


FIG 3a

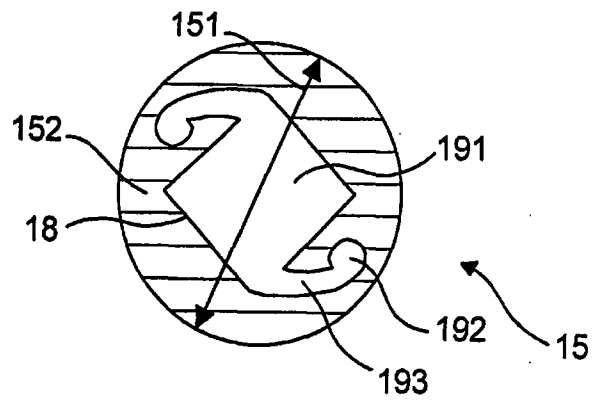
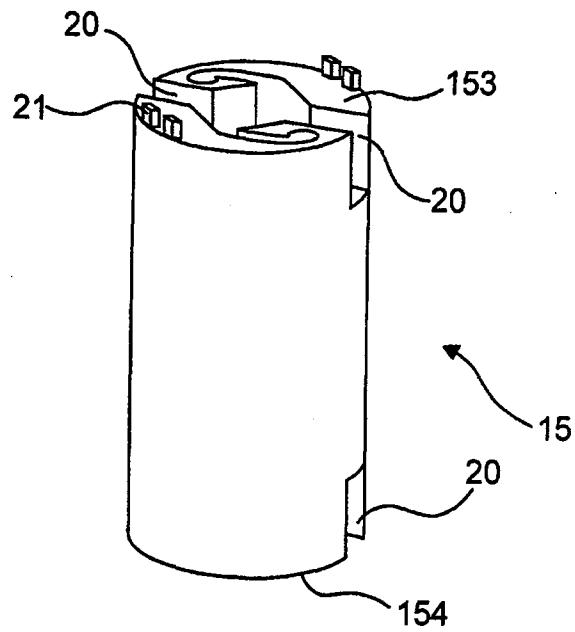


FIG 3b



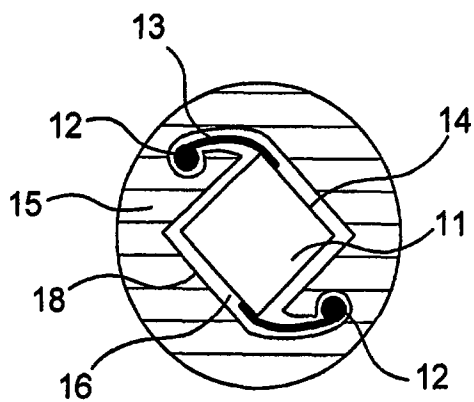


FIG 4a

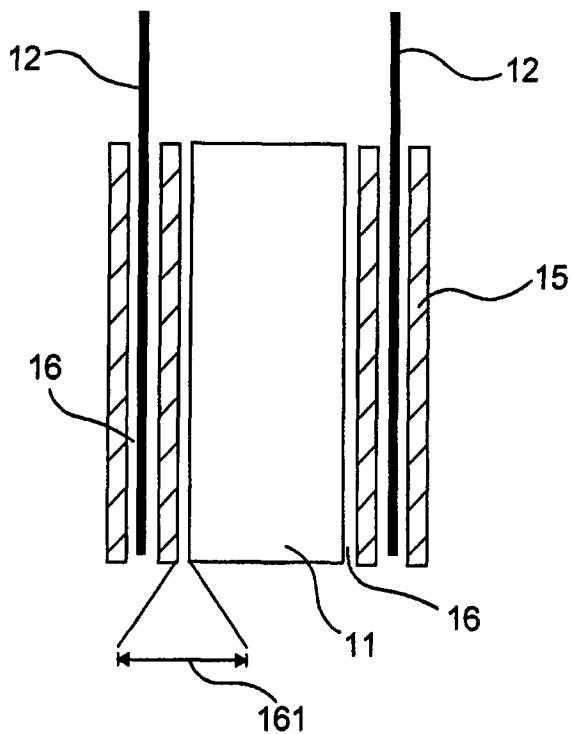


FIG 4b

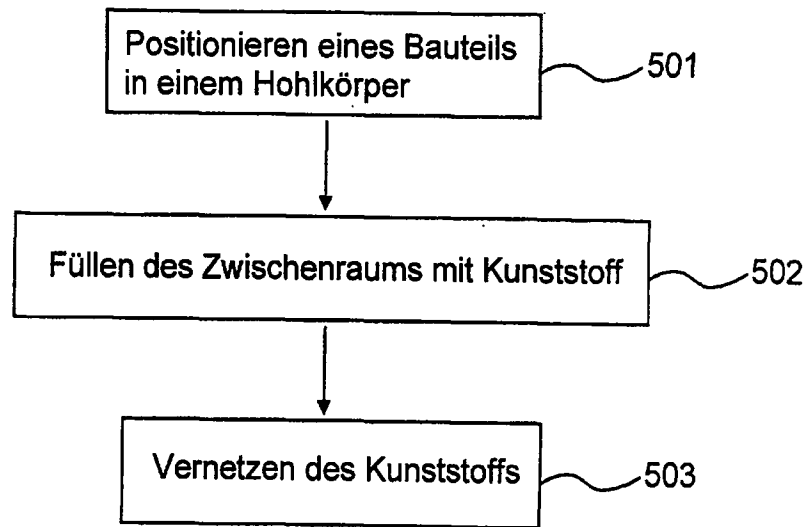


FIG 5a

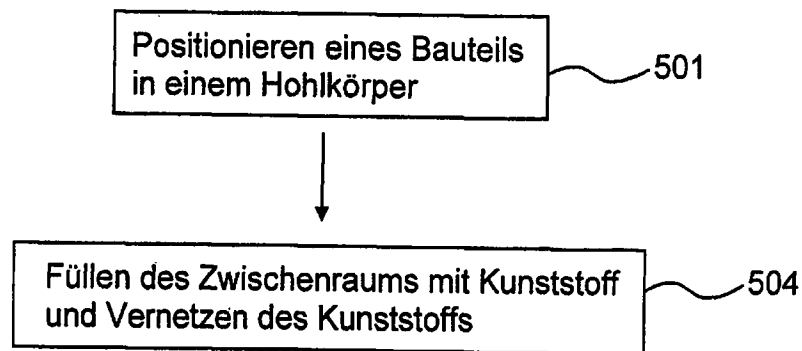


FIG 5b

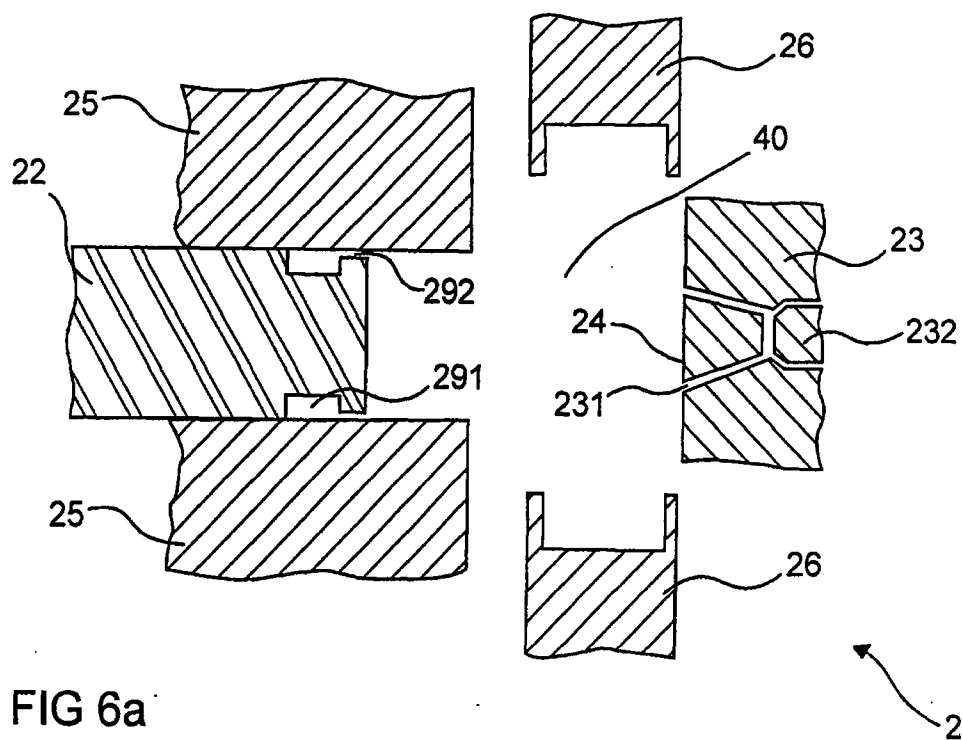


FIG 6a

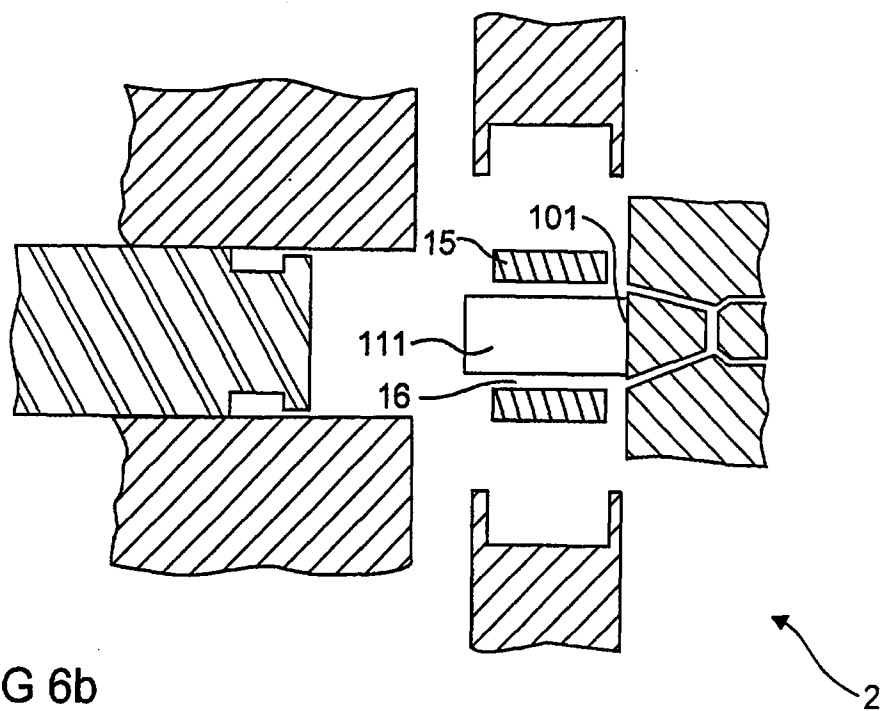


FIG 6b

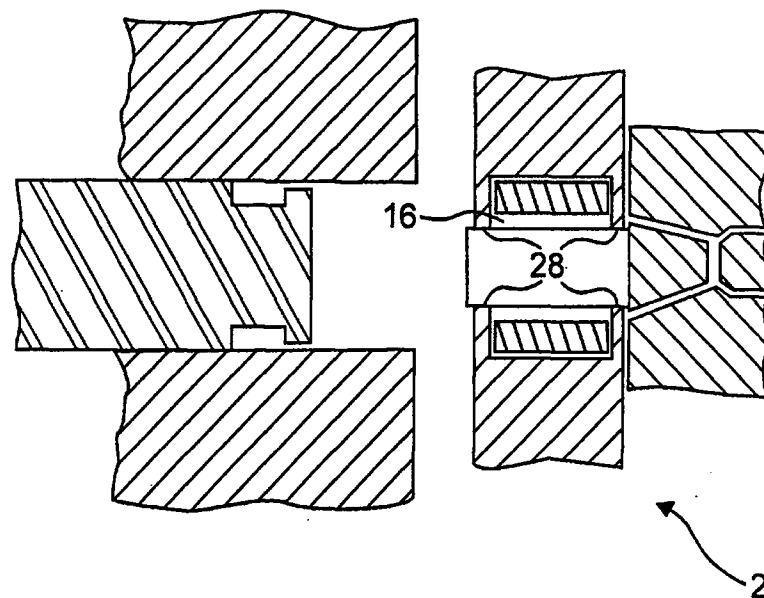


FIG 6c

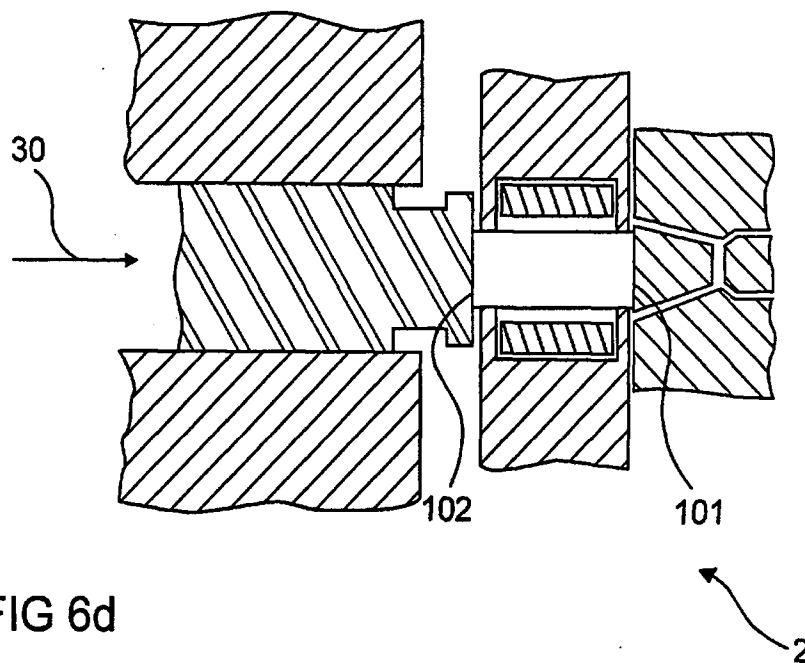
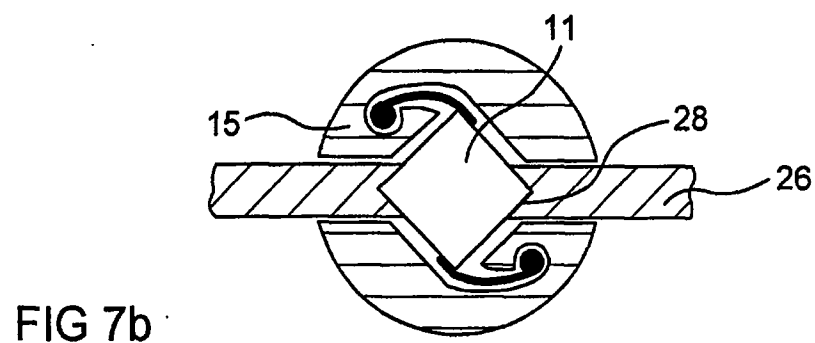
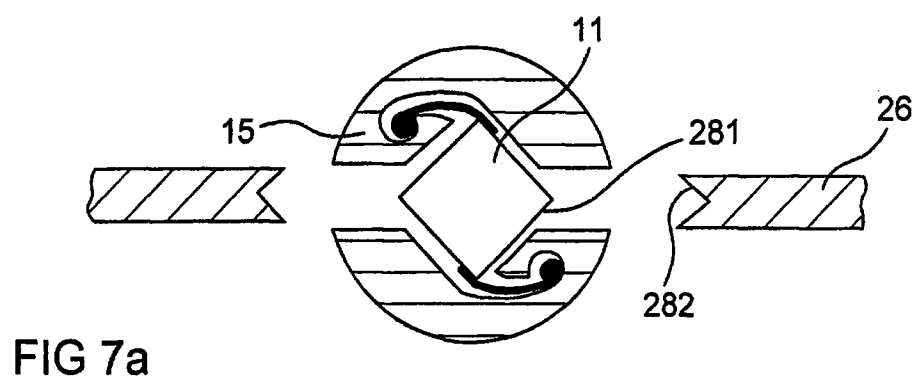
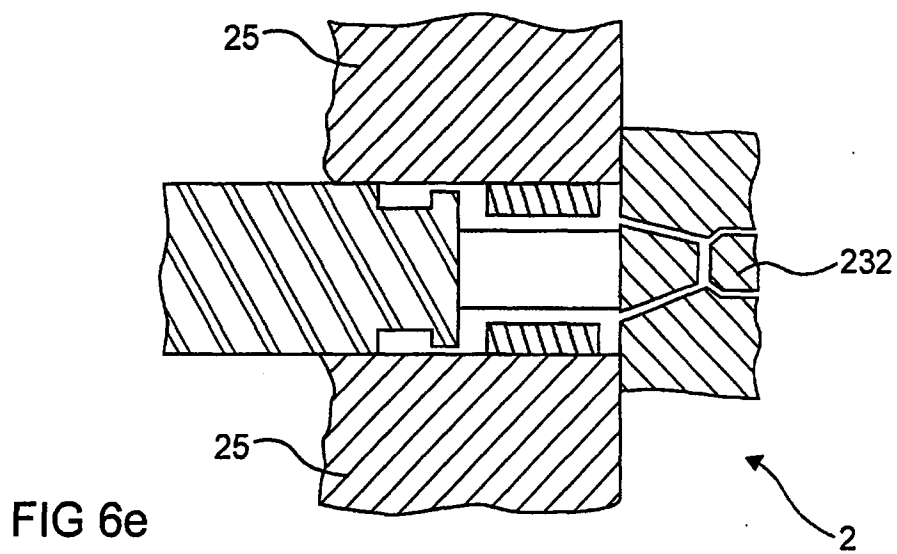


FIG 6d



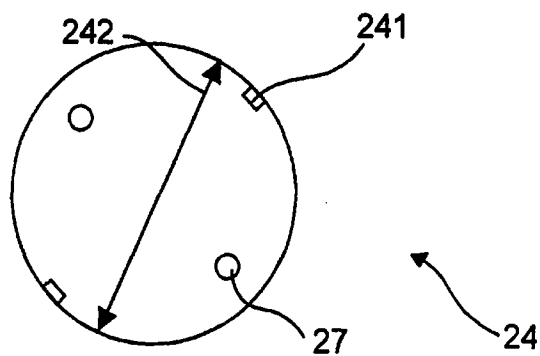


FIG 8

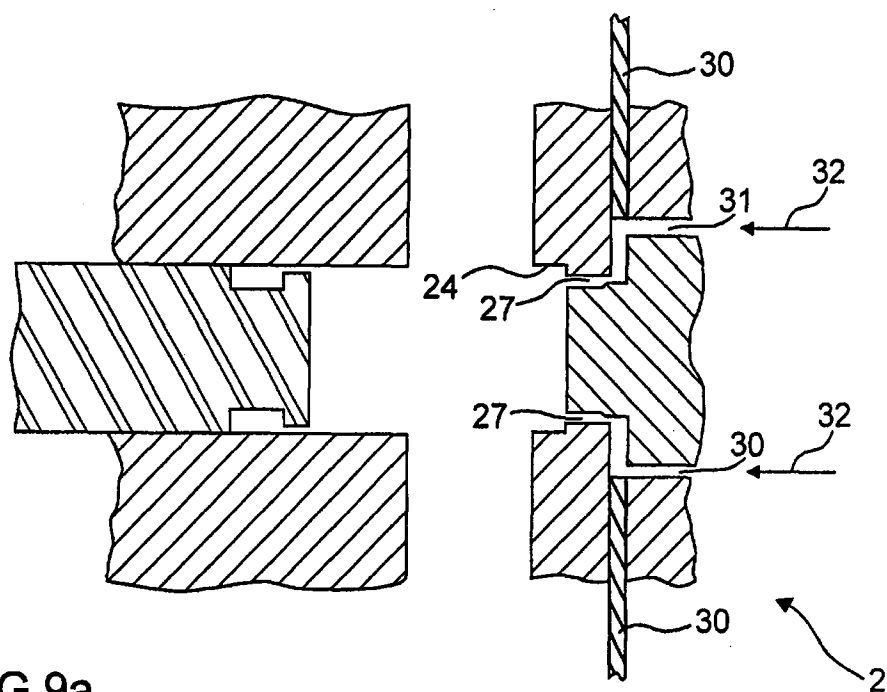


FIG 9a

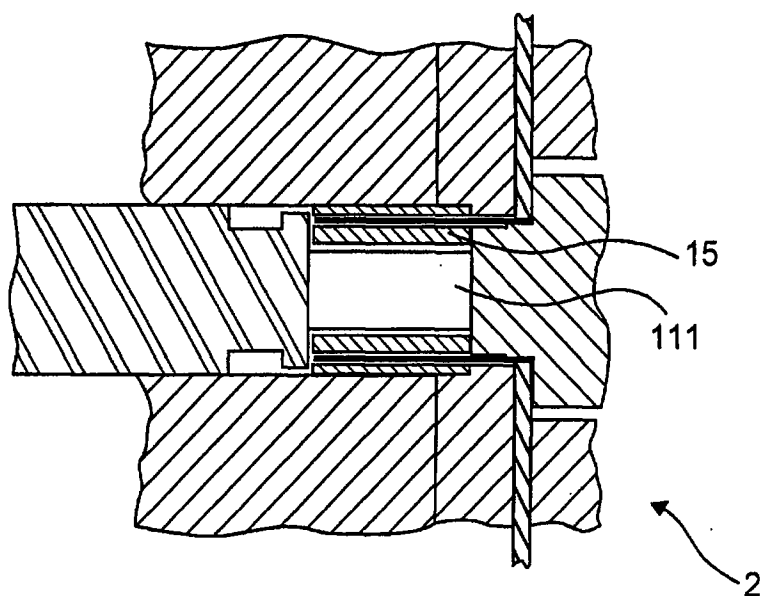


FIG 9b

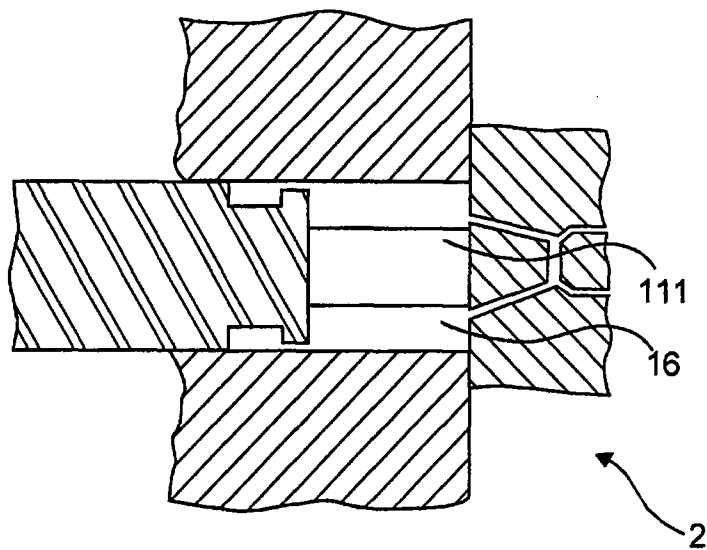


FIG 10

FIG 11

